



ユニ総合計画の グリーンレポート

1級建築士
不動産コンサルタント 秋山英樹

8月号
発行日2008年8月

最近地震が多いですね！ 被害が少ないのはなぜ？

最近地震が多いですね。6月14日に起きた「岩手・宮城内陸地震」に続いて、7月24日も青森で震度6強の大地震が起きました。

どちらも地震の規模が震度6強と大きかった割には、被害が少なかったと誰もが感じたと思います。そこで、今回はなぜ被害が少なかったのかについて、「岩手・宮城内陸地震」を中心に書いてみました。

「岩手・宮城内陸地震」では、マグニチュード7.2、最大震度は6強という大地震（阪神大震災に匹敵）であったにもかかわらず、建物の被害はそれほど目立たなかったため、皆さんの記憶から遠のいているかもしれません。

そもそも震度とは何でしょうか。

震度は地震が起こったときの、ある地点での「揺れの強さ」を表すとされています。地震の規模の大きさをマグニチュードといますが、同じ地震でも場所が変われば揺れの強さも変わるので、震度の値は無数にあることとなります。例えば、1つのある地震について、震源に近い地点では揺れが強くなるので震度は大きくなる傾向があり、震源から離れると揺れは減衰していくので、震度はだんだん小さくなっていく傾向にあります。最後に、距離が離れているのに震度が大きい場

所がみられるのは、地盤の質の違いによるのです。震度の計測法は、1995年の阪神・淡路大地震までは、人が感覚によって7段階の基準で判断していたため、ばらつきが生じていました。また、震度6又は7の大地震の定義が、震度7は家屋の倒壊率が30%以上というように、建物被害と決められていたため、その判定には被害調査が必要で震度が発表されるまでに非常に時間がかかりました。そのため、大きな被害が生じた阪神・淡路大地震では、この判断に時間がかかり、救出活動などの対応が遅れてしまったのです。

そこで、1996年からは、震度は地震発生からわずかな時間で地震計によって観測された波形からコンピュータによって算出されるように改正され現在にいたっています。そのため、現在では「地震だ!」と思ってテレビをつけると、あっという間に震度情報が流れるのは、ご存じの通りです。現在の震度は、人の判断ではなく、地震計とコンピュータによって「計測」されているという意味で「計測震度」と呼ばれています。

下記に気象庁震度階級関連解説表を載せました。

最近の東北地方で起きた2つの大地震が震度6強と発表されましたが、家屋の倒壊が少ないことに驚いたのではないのでしょうか。前記の気象庁の震度階級の説明では、震度6強は「耐震性の低い

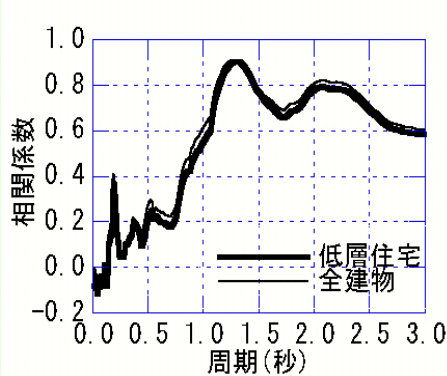
震度階級	人間	屋内の状況	屋外の状況	木造建物	鉄筋コンクリート造建物	ライフライン	地盤・斜面
I	人は揺れを感じない						
II	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。					
III	屋内にいる人のほとんどが揺れを感じる。恐怖感を覚える人もいる	棚にある食器類が、音を立てることがある	電線が少し揺れる				
IV	かなりの恐怖感があり、一部の人は、身の安全を図ろうとする。眠っている人のほとんどが、目を覚ます	つり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が、倒れることがある	電線が大きく揺れる。歩いている人も揺れを感じる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がいる				
V弱	多くの人が、身の安全を図ろうとする。一部の人は、行動に支障を感じる。	つり下げ物は激しく揺れ、棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。座りの悪い置物の多くが倒れ、家具が移動することがある	窓ガラスが割れて落ちることがある。電柱が揺れるのがわかる。補強されていないブロック塀が崩れることがある。道路に被害が生じることがある	耐震性の低い住宅では、壁や柱が破壊するものがある	耐震性の低い建物では、壁などに亀裂が生じるものがある	安全装置が作動し、ガスが遮断される家庭がある。まれに水道管の被害が発生し、断水することがある。[停電する家庭もある]	軟弱な地盤で、亀裂が生じることがある。山地で落石、小さな崩壊が生じることがある
V強	非常な恐怖を感じる。多くの人が、行動に支障を感じる	棚にある食器類、書棚の本の多くが落ちる。テレビが白から落ちることがある。タンスなど重い家具が倒れることがある。変形によりドアが開かなくなることがある。	補強されていないブロック塀の多くが崩れる。据え付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。多くの壁が倒れる。自動車の運転が困難となり、停止する車が多い	耐震性の低い住宅では、壁や柱がかなり破損したり、傾くものがある	耐震性の低い建物では、壁、梁(はり)、柱などに大きな亀裂が生じるものがある。耐震性の高い建物でも、壁などに亀裂が生じるものがある。]	家庭などにガスを供給するための導管、主要な水道管に被害が発生する。[一部の地域でガス、水道の供給が停止することがある。]	
VI弱	立っていることが困難になる	固定していない重い家具の多くが移動、転倒する。開かなくなるドアが多い	かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する	耐震性の低い住宅では、倒壊するものがある。耐震性の高い住宅でも、壁や柱が破損するものがある	耐震性の低い建物では、倒壊するものがある。耐震性の高い建物でも壁、梁、柱などに大きな亀裂が生じるものがある	家庭などにガスを供給するための導管、主要な水道管に被害が発生する。[一部の地域でガス、水道の供給が停止し、停電することもある。]	地割れや山崩れなどがある
VI強	立っていることができず、はわないと動くことができない	固定していない重い家具のほとんどが移動、転倒する。戸が外れて飛び出すことがある	多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる	耐震性の低い住宅では、倒壊するものが多い。耐震性の高い住宅でも、壁や柱がかなり破損するものがある	耐震性の低い建物では、倒壊するものがある。耐震性の高い建物でも、壁、柱が破損するものがある	ガスを地域に送るための導管、水道の配水施設に被害が発生することがある。[広い地域でガス、水道の供給が停止することがある。]	
VII	揺れにほんろうされ、自分の意志で行動できない	ほとんどの家具が大きく移動し、飛びものもある	ほとんどの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されているブロック塀も破損するものがある	耐震性の高い住宅でも、傾いたり、大きく破壊するものがある	耐震性の高い建物でも、傾いたり、大きく破壊するものがある	[広い地域でガス、水道の供給が停止する。]	大きな地割れ、地すべりや山崩れが発生し、地形が変わることもある

住宅では、倒壊するものが多い。耐震性の高い住宅でも、壁や柱がかなり破損するものがある」となっています。

これまでの我々の感覚では「震度5は揺れは大きいが被害はそんなにない」「震度6はかなり被害が出る」「震度7は阪神・淡路大地震のような壊滅的な被害だ」という認識はかなり浸透しているため、震度6強という発表とその後判明した倒壊家屋数とに大きなギャップが生じるのです。

気象庁は「7月24日に起きた岩手県沿岸北部地震では、気象では「東北地方の太平洋側を中心に震度4以上の地域が広がっています。岩手県と青森県の沿岸部の一部には震度6弱以上の地域が見られます。震度6弱以上のところでは、多くの建物で壁のタイルや窓ガラスが破損、落下したり、耐震性の低い住宅が倒壊するなどの被害を生じている可能性があります」という速報を2時間後に出していますが、現実には家屋の倒壊はなかったと報道されています。

このことから、地震が大きければ家屋の被害が大きいわけではないことがわかります。建物の崩壊は地震の大きさだけでなく、地震の揺れの周期と大きな関係があるのです（下図）。



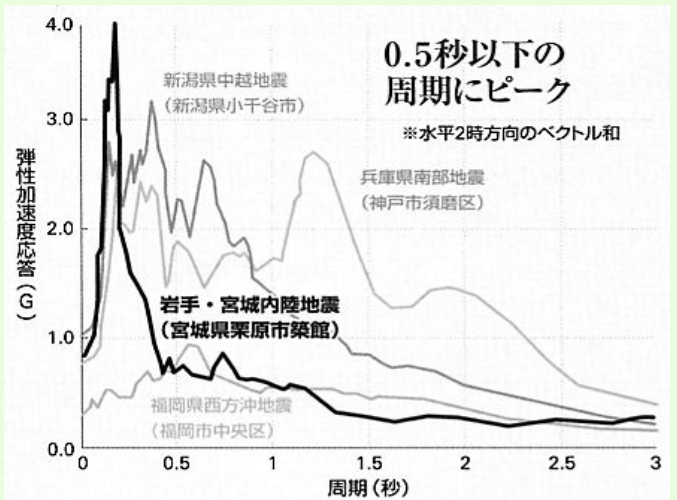
この図は日本で起こった様々な地震について、何秒の揺れの強さが実際の建物被害と対応しているかを示したものです。縦軸の相関係数が大きな値の周期が建物被害と対応していると言えます。

これを見ると大ざっぱに言って、1-2秒という0.1-1秒より長い周期の揺れの強さが実際の建物被害と対応していることがわかります。

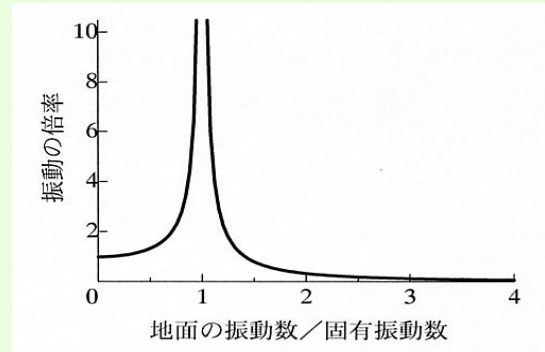
地震は、単に強い弱いだけでなく、ガタガタという揺れ（1秒以下の短周期地震動）、ユサユサという揺れ（1～2秒のやや中周期地震動）、ユラユラという揺れ（2～5秒の長周期地震動）が複雑に混ざり合っているのです。このどの周期の地震動が卓越しているのかにより地震の被害状況が変わるのです。

人の感覚や室内物品の動きは短周期地震動に大きく反応しますが、上図のように建物に関しては1から2秒の中周期地震動に大きく反応し、この地震波は「キラーパルス」とも呼ばれ、この地震波が多かった阪神淡路大地震では家屋に大きな被害が出たのです。次のスペクトル図（各振動数のゆれに分解した図で一番多く含まれているものを卓

越振動数という)で岩手・宮城内陸地震では強い地震が0.2秒前後のみに集中しているのがわかりますこれが被害が少なかった大要因なのです。



建物（構築物）は、それぞれの構造方式と建物形態により、とても揺れやすい固有の振動数（力をかけて放したときに1秒間に何回揺れるか）をいくつか持っています。通常、建物の高さが高いほど、また材質が柔らかいほど、固有振動数は小さくかなりゆっくりとゆれます。それを固有周期（1÷固有振動数）に直すと、人の体は0.12～0.15秒（車はこの周期の振動を造らないように設計してあるそうです）、木造住宅では、平屋で0.2～0.4秒、2階建てで0.3～0.6秒、ビル物なら5～10階のコンクリート造で0.3～0.6秒、10階建ての鉄骨造で1.2秒前後です。地盤にも固有周期があり、岩盤で0.1秒、洪積層（山の手）で0.2～0.3秒、沖積層（下町）で0.4～1秒、埋立地で1秒以上です。そして、地震の周期と建物の振動数が似通ったときに共振作用で非常に大きく揺れるのです（下図）。これが共振現象で、古来多くの橋や建物が共振現象で破壊しています。（兵隊がみんなで行進したら橋が落ちた話や風に共振して橋が崩壊した話は有名ですね。）



このように建物の被害に影響を与える原因は様々な要素が関係します。東京の下町では現在の木造は地盤と共振はし難いですが、山の手では共振しやすいためより注意が必要になります。東北地方の地震では、固有周期のやや長い伝統工法で造られた木造住宅が多かったのと、初期に土壁が崩壊して固有周期がさらに長くなり、地震が大きな割には被害がでなかったと考えられています。